



УДК 621.5

РАЗРАБОТКА И ИЗГОТОВЛЕНИЕ ФИЗИЧЕСКОЙ МОДЕЛИ ТУРБИНЫ ТЕСЛЫ**DESIGN AND MAKING OF PHYSICAL PROTOTYPE OF TESLA TURBINE**

Кубатуллин Сергей Борисович, магистрант каф. «Атомные станции и возобновляемые источники энергии», Уральский федеральный университет имени первого Президента России Б.Н. Ельцина, Россия, 620002, г. Екатеринбург, ул. Мира, 19. E-mail: kubatullinsergey@mail.ru. Тел.: +7(982)631-02-09

Радченко Руслан Васильевич, старший преподаватель каф. «Атомные станции и возобновляемые источники энергии», Уральский федеральный университет имени первого Президента России Б.Н. Ельцина, Россия, 620002, г. Екатеринбург, ул. Мира, 19. E-mail: rurad@mail.ru. Тел.: +7(919)396-88-50

Sergey B. Kubatullin, Master student, Department «Atomic power stations and renewable energy sources», Ural Federal University named after the first President of Russia B.N. Yeltsin, 620002, Mira street, 19, Ekaterinburg, Russia. E-mail: kubatullinsergey@mail.ru. Ph.: +7(982)631-02-09

Ruslan V. Radchenko, Senior Lecturer, Department «Atomic power stations and renewable energy sources», Ural Federal University named after the first President of Russia B.N. Yeltsin, 620002, Mira str., 19, Ekaterinburg, Russia. E-mail: rurad@mail.ru. Ph.: +7(919)396-88-50

Аннотация: Безлопастная турбина Теслы имеет ряд особенностей преимуществ, по сравнению с традиционными лопастными турбинами. В принципе её работы лежит способ движения рабочего тела натуральным путём с минимальным сопротивлением, свободным от возмущений. Безлопастная турбина Теслы, в отличие от лопастных турбин, может быть изготовлена в условиях мастерской с применением стандартных материалов и готовых изделий. Она не имеет лопаток, ротор не имеет выступов и потому более прочен в сравнении с традиционными роторами с лопатками. В статье приведены особенности работы безлопастной турбины, выделяются преимущества и недостатки, предъявляются требования к проектированию, подчеркиваются особенности конструирования.

Abstract: Bladeless Tesla turbine has a number of advantages and features in comparison with conventional blade turbines. Its operating based on principle of natural flow of working medium with a minimal resistance and absence of perturbations. Bladeless Tesla turbine in contrast to a blade turbine may be produced in simple workshop with the help of standard materials and finished articles. The turbine has no blades, rotor has no projections and therefore it is more solid in comparison with traditional rotors and blades. In article bladeless turbine operation features are described, advantages and disadvantages are emphasized, requirements to designing are presented, and construction features are marked out.

Ключевые слова: турбина; преобразование энергии; вязкость; конструирование; физическая модель.

Key words: turbine; energy conversion; viscosity; construction; physical model.

ТУРБИНА ТЕСЛЫ

Турбина (от лат. turbo - вращение) - ротационный двигатель с непрерывным рабочим процессом и вращательным движением рабочего органа (ротора), преобразующий кинетическую энергию и/или внутреннюю энергию рабочего тела (пара, газа, воды) в механическую работу. [1] Изменения в скорости и направлении движения рабочего тела должны быть как можно постепенными. В существующих формах аппаратов резкие изменения, вибрации, заторы неизбежны. Кроме того, гидравлические устройства, такие как поршни, лопасти, вёсла, лопатки имеют различные дефекты и дороги в изготовлении и обслуживании.

Турбина Теслы — безлопастная турбина, также называемая центростремительной, предложена и запатентована Николой Теслой в 1913 году. В ней используется эффект пограничного слоя, а не давление жидкости или пара на лопатки, как в традиционной турбине. Турбина Теслы отличается от традиционных решений механизмом передачи энергии на рабочий вал. Она не имеет лопаток и недостатков, возникающих при таком техническом решении. Турбина состоит из набора гладких дисков, в котором рабочий газ движется от периферии к центру диска. Газ вращает диск посредством адгезии пограничного слоя и вязкого трения, замедляется, вращаясь по спирали. Такая турбина не имеет лопаток, ротор не имеет выступов и потому более прочен в сравнении с

традиционными роторами с лопатками. Тем не менее, у неё имеются динамические потери и ограничения на скорость потока. Небольшой поток (нагрузка) дает высокий КПД, а сильный поток увеличивает потери в турбине и снижает его, что, однако, характерно не только для безлопастной турбины.

Применение безлопастной турбины позволяет победить отрицательные эффекты передачи и преобразования механической энергии более экономичным и простым способом. При этом используется способ движения рабочего тела натуральным путём с минимальным сопротивлением, свободным от возмущений, которые возникают в лопатках и лопастях подобных устройств, и способом изменения скорости и направления движения без потерь, пока рабочее тело передаёт энергию. Безлопастная турбина, в отличие от реактивных и активных лопастных турбин, может быть изготовлена в условиях мастерской с применением стандартных материалов и готовых изделий.

ПРИНЦИП ДЕЙСТВИЯ

Важной характеристикой движущейся среды является ее вязкость. Чтобы проиллюстрировать влияние вязкости, порождающей силу сопротивления, рассмотрим две большие параллельные друг другу пластины *A* и *B* (рис. 1), неподвижные относительно друг друга. Распределение скоростей рабочего тела между пластинами также показано соответствующими стрелками. Естественно, поток начнет увлекать за собой обе пластины. Распределение градиента скоростей в потоке будет следующим: у поверхности обеих пластин скорость потока будет минимальна, а посередине - максимальна.

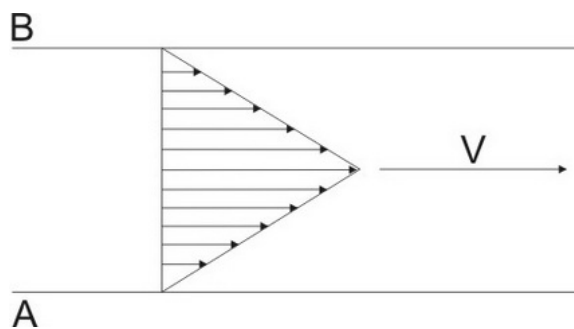


Рис. 1. Распределение градиента скоростей течения при неподвижных пластинах *A* и *B*

Чем меньше расстояние между пластинами и больше их площадь, тем больше сила вязкого трения, тем меньше «проскальзывания» газа между плоскостями, и тем сильнее поток увлекает за собой плоскости. Рабочее тело (газ или жидкость) подается под давлением через сопло. Получив ускорение в сопле, поток движется спиралеобразно между дисками, увлекая за собой

ротор, и выходит через окна в центральной части дисков. Одно из преимуществ данной конструкции – ламинарность потока. Нет завихрений и турбулентных образований, которые снижают эффективность. Крутящий момент турбины прямо пропорционален квадрату скорости среды относительно ротора и площади дисков, и обратно пропорционален расстоянию между ними. То есть, для получения максимального крутящего момента расстояние между дисками должно быть минимальное, а количество дисков, или их диаметр – как можно больше. [2]

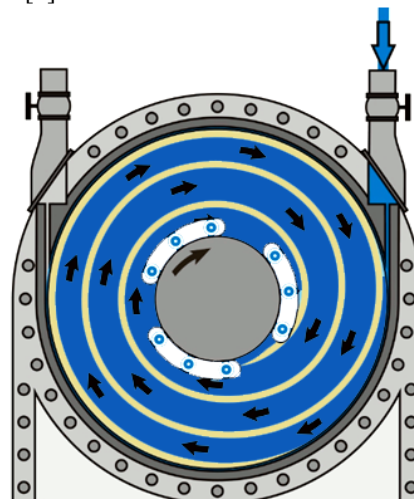


Рис. 2. Траектория движения рабочего тела

ТРЕБОВАНИЯ К КОНСТРУКЦИИ

1. Крайние диски делаются более толстыми для прижимания остальных дисков друг к другу, так как проходящая между дисками струя газа пытается раздвинуть диски;
2. Для получения максимального крутящего момента расстояние между дисками должно быть минимальное, а их количество – максимальное;
3. Необходим подвод и отвод отработанного рабочего тела;
4. Сопло турбины должно располагаться тангенциально, т.е. по касательной к внутренней поверхности корпуса;
5. Расстояние между дисками является важнейшим фактором в работе устройства, они должны быть равными.

ПРЕИМУЩЕСТВА И НЕДОСТАТКИ

К преимуществам данного дизайна можно отнести следующие пункты:

1. Отношение мощности к массе;
2. Надёжность и простота конфигурации;
3. Простота изготовления;
4. Турбина стабильна при работе с запылёнными средами. Кроме того, такие среды имеют большую вязкость и адгезию, и, в силу принципа своей

работы, турбина имеет более высокую эффективность;

5. Низкие шумы при работе и отсутствие вибраций;

6. Дисковая турбина способна противостоять эффекту кавитации [3].

К недостаткам можно отнести:

1. Существуют динамические потери и ограничения на скорость потока. Небольшой поток дает высокий КПД, а сильный поток увеличивает потери в турбине и снижает его, что, однако, характерно не только для турбины Теслы;
2. Относительно низкий момент вращения;
3. Невозможность без предварительной фильтрации использовать среды с абразивными частицами, более крупными, чем расстояние между дисками.

КОНСТРУИРОВАНИЕ

Для построения ротора в качестве дисков было решено использовать металлические пластины (рис. 3), используемые в накопителях на жёстких дисках. Диски имеют идентичные параметры и отлично подходят для конструкции турбины.



Рис. 3. Металлический диск ротора

В дисках выполняются два отверстия, одинаково отдаленных от центра диска. Они необходимы для стяжки дисков между собой болтами.



Рис. 4. Разделительные пластины

Для обеспечения одинакового расстояния между дисками было решено использовать разделительные пластины (рис.4).

В каждой разделительной пластине выполнены три отверстия: два, идентичные отверстиям в дисках – для стяжки; одно, центральное, с большим диаметром – для крепления на валу. Собирая детали, получаем ротор турбины (рис. 5).

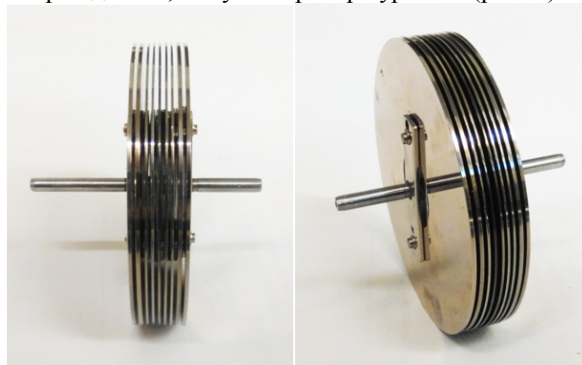


Рис. 5. Ротор турбины

Рабочее тело, отдав энергию ротору, выходит через центральные отверстия, согласно схеме на рисунке 7.

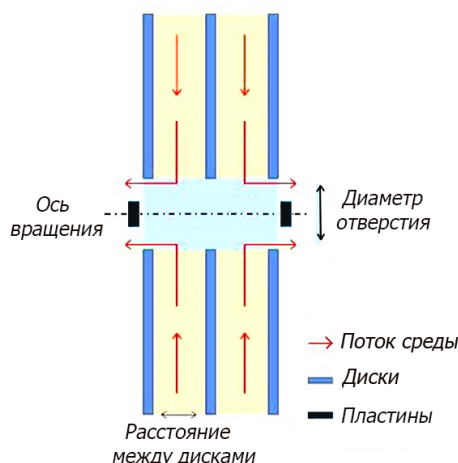


Рис. 6. Траектории выпуска рабочего тела

Не менее важной деталью является корпус турбины. Он состоит из трёх основных частей: двух боковых стенок и кольцевого кожуха.

В кольцевом кожухе выполняется тангенциальное сопло, так, чтобы рабочее тело подавалось по касательной относительно внутренней поверхности кожуха. К соплу присоединяется впускной патрубок для подвода рабочего тела.

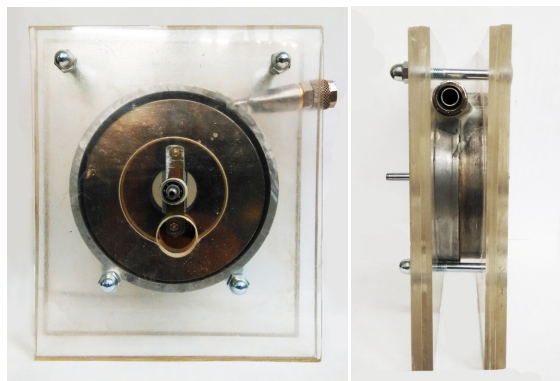


Рис. 7. Вид слева и спереди

Сечение сопла имеет прямоугольную форму. Такая форма сопла необходима для того, чтобы рабочее тело (в нашем случае воздух) равномерно проходило ко всем дискам. В качестве боковых стенок использованы прямоугольные пластины из органического стекла. Собранная турбина с подключенным генератором показана на рисунках 7 и 8. Турбина успешно работает от маломощного воздушного турбокомпрессора или бытового пылесоса. В качестве рабочего тела используется сжатый воздух. При подключении генератора на постоянных магнитах, турбина вырабатывает электроэнергию, достаточную для питания нескольких светодиодов.

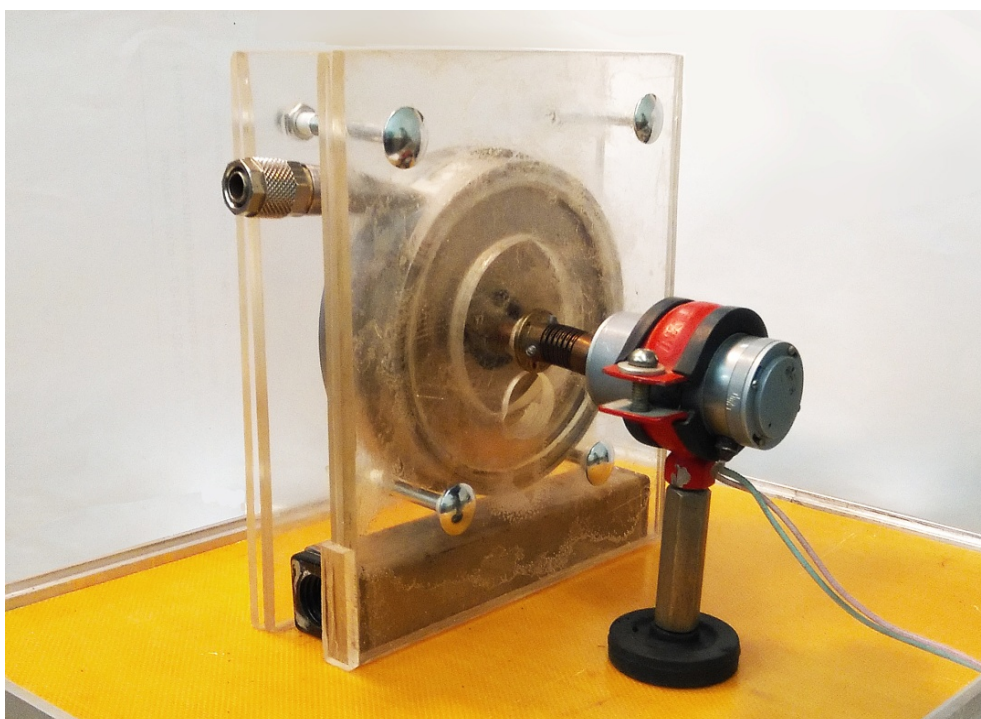


Рис. 8. Опытная модель безлопастной турбины Теслы с присоединённым генератором.

Простота конструкции демонстрирует возможность создания подобных установок даже в небольших мастерских и создание на их основе источников электроэнергии для малых потребителей.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Техническая энциклопедия. Под ред. Л.К. Мартенса т.24. М.: Советская энциклопедия, 1934.
2. Безлопастная дисковая турбина, или роторный двигатель Николы Теслы // Teslatech.com.ua: Фонд возрождения технологий Николы Теслы.
3. Crawford M.E., Rice W. Calculated Design Data for the Multiple-Disk Pump Using Incompressible Fluid. ASME Trans. J. Eng. Power, 96: 274-282. 1974.